

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-190344

(43)Date of publication of application : 13.07.1999

(51)Int.Cl.

F16C 33/14

(21)Application number : 09-360562

(71)Applicant : NTN CORP

(22)Date of filing : 26.12.1997

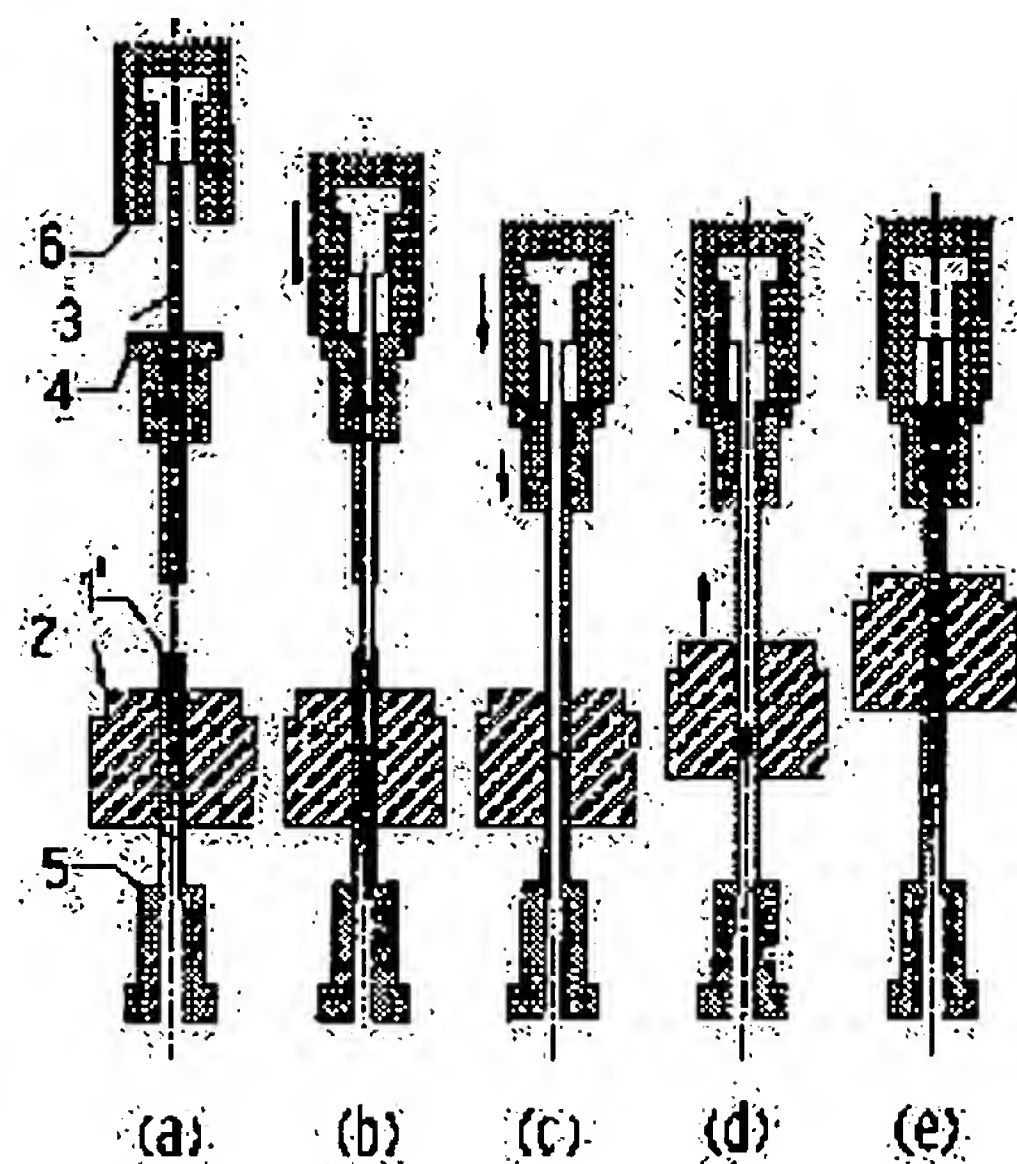
(72)Inventor : SHIRANAMI MAKOTO  
OKAMURA KAZUO

## (54) MANUFACTURE OF DYNAMIC PRESSURE TYPE SINTERED OIL RETAINING BEARING

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To form a bearing surface with a high degree of accuracy by a convenient facility without large manhours.

SOLUTION: A ram 6 is lowered so that a core rod 3 is inserted in the inner peripheral surface of a sintered metal material 1, and further, an upper punch 4 is lowered together with the core rod 3 so as to be pressed against the upper end face of the material 1' in order to vertically press the material 1' by means of upper and lower punches 4, 5. Thus, the material 1' is constrained. Thereafter, a die 2 is raised while the material 1' is vertically constrained so that the outer peripheral surface of the sintered metal material 1' is press-fitted into the forming aperture of the die 2. The material 1' is deformed by pressing forces of the die 2 and the upper and lower punches 4, 5, and accordingly, the inner peripheral surface thereof is pressed against a forming part of the core rod 3.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

30.06.2003

[Date of sending the examiner's decision of

rejection]

[Kind of final disposal of application other than  
the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3602320

[Date of registration] 01.10.2004

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] Fabricate the bearing surface which has the dynamic pressure slot of the letter of an inclination in the inner skin of a cylinder-like sintered-metal material, and a bearing body is formed. It is the manufacture approach of a dynamic pressure mold oil impregnated sintered bearing of making an oil holding according to sinking [ of a lubricating oil or lubricating grease ] in in the pore inside the bearing body. The die which has the 2nd shaping section for fabricating the 1st shaping section for fabricating the formation field of the dynamic pressure slot of the above-mentioned bearing surface and fields other than the formation field of a dynamic pressure slot is inserted in the inner skin of the above-mentioned sintered-metal material. In the condition of having restrained from shaft-orientations both sides by the 1st punch and the 2nd punch, the above-mentioned sintered-metal material The manufacture approach of the dynamic pressure mold oil impregnated sintered bearing characterized by carrying out coincidence shaping of the formation field of the dynamic pressure slot of the above-mentioned bearing surface, and the other field by pressing the peripheral face of the above-mentioned sintered-metal material fit in a die, applying the pressure force, and pressurizing and carrying out plastic deformation of the inner skin to the above-mentioned die.

[Claim 2] The manufacture approach of a dynamic pressure mold oil impregnated sintered bearing according to claim 1 that the shaft-orientations migration to the sintered-metal material of a die performs press fit to the die of the above-mentioned sintered-metal material.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the manufacture approach of the dynamic pressure mold oil impregnated sintered bearing which carries out surfacing support of the peripheral face of a shaft with the dynamic pressure oil film of the oil by which it is placed between bearing clearances while it infiltrates a lubricating oil or lubricating grease into the bearing body of sintering metal and gives a self-lubrication function to it. The dynamic pressure mold oil impregnated sintered bearing manufactured by the manufacture approach of this invention is especially suitable for devices by which high rotation precision is demanded under a high speed, such as a spindle motor the object for the polygon mirrors of a laser beam printer (LBP), and for magnetic disk drives (HDD etc.), the device which a big imbalance load acts and is driven at high speed when a disk appears like the spindle motor for DVD-ROM.

[0002]

[Description of the Prior Art] Much more improvement and low-cost-izing of rotationability are called for, and transposing bearing of a spindle to an oil impregnated sintered bearing from anti-friction bearing is considered as a means for it by the small spindle motor of the above information-machines-and-equipment relation. However, since an oil impregnated sintered bearing is a kind of a cylindrical bearing, when the eccentricity of a shaft is small, it has the fault which an unstable oscillation tends to generate and the so-called HOWARU around which sways at the rate of one half of rotational speed, and it turns tends to generate. Then, to establish dynamic pressure slots, such as a herringbone form and a spiral form, in the bearing surface, to make a bearing clearance generate a dynamic pressure oil film according to an operation of the dynamic pressure slot accompanying rotation of a shaft, and to carry out surfacing support (non-contact support) of the shaft is tried conventionally (dynamic pressure mold oil impregnated sintered bearing).

[0003] The approach of pressurizing a ball at material inner skin and carrying out plastic working of the formation field of a dynamic pressure slot is learned, inserting in the inner skin of a bearing material the fixture of the shape of a shaft which carried out array maintenance of two or more hard balls at periphery regular intervals, and giving screw motion conventionally, to a ball by rotation of a fixture and delivery rather than a bearing material, as the shaping approach of the dynamic pressure slot in the bearing surface, (patent No. 2541208). By this approach, since material upheaval takes place in the field which adjoins a dynamic pressure slot at the time of shaping, it is necessary to carry out removal processing of this with an engine lathe or a reamer (JP,8-232958,A).

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the above-mentioned conventional approach, since the rotation drive and delivery device of a fixture are required, a manufacturing facility becomes complicated. Moreover, since post processing of the field contiguous to the dynamic pressure slot in the bearing surface is required, a manufacture man day increases.

[0005] This invention makes it a key objective to offer the manufacture approach that it is a simple



facility, and it is a small man day and fabrication of the bearing surface which has the dynamic pressure slot of the letter of an inclination can be performed with a sufficient precision.

[0006]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, this invention inserts in the inner skin of a cylinder-like sintered-metal material the die which has the 2nd shaping section for fabricating the 1st shaping section for fabricating the formation field of the dynamic pressure slot on the bearing surface, and fields other than the formation field of a dynamic pressure slot. In the condition of having restrained from shaft-orientations both sides by the 1st punch and the 2nd punch, a sintered-metal material The configuration which carries out coincidence shaping of the formation field of the dynamic pressure slot on the bearing surface and the other field was adopted by pressing the peripheral face of a sintered-metal material fit in a die, applying the pressure force, and pressurizing and carrying out plastic deformation of the inner skin to a die.

[0007] After a sintered-metal material mixes and carries out compacting of one or more kinds of metal powders, it is calcinated and let it be the porous body of the shape of a predetermined cylindrical shape. This sintered-metal material has copper, iron, or the desirable thing that used those both as the principal component.

[0008] Having considered as the configuration which presses a sintered-metal material fit in a die in the condition of having restrained from shaft-orientations both sides by the 1st punch and the 2nd punch is based on the following reason. In manufacture of a general cylindrical bearing (oil impregnated sintered bearing which does not have a dynamic pressure slot in the bearing surface), at this process, there is a process called outer-diameter sizing which pressed fit and carries out sizing of the peripheral face of a sintered-metal material to a die, and where a sizing pin is inserted in the inner skin of a sintered-metal material, a material is usually pressurized and depressed by upper punch, and it is pressing fit in a die. In that case, carry out extent descent, and make bottom punch contact, or make bottom punch stand by in the inlet-port section of the shaping hole of a die, make bottom punch stand by in the lower part section of the shaping hole of a die, where [ which is in a shaping hole ] a material is received, interlock a material with upper punch, and it is made to descend, and the approach of pressing a material fit in a shaping hole is taken. By the former approach, at the time of the early stages of press fit, bottom punch does not contact a material but a material is restrained by shaft orientations (the vertical direction) only by upper punch (pressurization). By the latter approach, although bottom punch contacts a material from the early stages of press fit, the rise-and-fall drive of bottom punch is carried out by the pneumatic cylinder in many cases, and since there is a phenomenon in which a cylinder rod is put back in response to the plastic flow dynamic pressure of a material, constraint of the material by bottom punch is not usually fully released. Anyway, a material is mainly restrained at one side (above) of shaft orientations by upper punch at the time of the press fit to a die.

[0009] However, when fabricating the bearing surface which pressurizes the inner skin of a material at a die and has a dynamic pressure slot, it is necessary to enlarge the press fit cost to a die compared with outer-diameter sizing of the above cylindrical bearings, therefore the elongation of shaft orientations may arise that the shaft-orientations restraint to a material is inadequate by the plastic flow of a material, and the location of the bearing surface may shift. For example, as shown in drawing 7, bottom punch 15 is interlocked with upper punch 14. the return of the bottom punch 15 (pneumatic-cylinder drive) which received the plastic flow dynamic pressure of a material 11 when the approach of pressing a material 11 fit in the shaping hole of a die 12 was adopted -- a variation rate -- the lower limit side side of a material 11 -- elongation -- being generated -- { drawing 7 (b) } -- Only in the part of elongation, the location of the bearing surface fabricated by die 13a of a core rod 13 will shift inside.

[0010] So, in this invention, in order to control the elongation of the shaft orientations of the material accompanying the press fit to a die and to prevent a location gap of the bearing surface, the configuration which presses a material fit in a die in the condition of having restrained from shaft-orientations both sides by the 1st punch and the 2nd punch was adopted.

[0011] Although the press fit actuation to the die of a material can consider a die as immobilization and can also be performed by interlocking a die, and the 1st punch and the 2nd punch (the 1st punch and the

2nd punch can restrain a material to shaft orientations) It is desirable to carry out by holding the restricted location of the material by the die, the 1st punch, and the 2nd punch, and carrying out shaft-orientations migration of the die to a material.

[0012]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the operation gestalt of this invention is explained.

[0013] Drawing 1 has illustrated one gestalt of the dynamic pressure mold oil impregnated sintered bearing manufactured by the manufacture approach of this operation gestalt. This oil impregnated sintered bearing 1 enables surfacing support (non-contact support) of the rotation of the spindle shaft which carries out high-speed rotation by the example magnetism between Rota and a stator to housing in the scanner motor of for example, a laser beam printer etc.

[0014] An oil impregnated sintered bearing 1 consists of bearing body 1a which consists of copper, iron, or a sintered metal that uses the both as a principal component, and an oil (a lubricating oil or base oil of lubricating grease) held by sinking [ of a lubricating oil or lubricating grease ] in in the pore of bearing body 1a.

[0015] Bearing surface 1b which counters the inner circumference of bearing body 1a through the peripheral face and bearing clearance of a shaft which should be supported is formed, and dynamic pressure slot 1c of the letter of an inclination is formed in the bearing surface 1b. Two bearing surface 1b is estranged and formed in shaft orientations with this operation gestalt. Moreover, each bearing surface 1b isolated two or more dynamic pressure slot 1c which inclined in one side to shaft orientations to shaft orientations at the circumferencial direction from the 1st field which carried out array formation, and the 1st field, and is equipped with 1d of annular smooth fields located between the 2nd field which carried out array formation of two or more dynamic pressure slot 1c which inclined on another side to shaft orientations at the circumferencial direction, and the 1st field and the 2nd field. Back (field between dynamic pressure slot 1c) 1e of the 1st field and the 2nd field is following 1d of smooth fields, respectively. Surface puncturing is mostly distributed over homogeneity over all the fields that include the formation field of dynamic pressure slot 1c in bearing surface 1b. If relative rotation arises between bearing body 1a and a shaft, the oil in a bearing clearance will be drawn in the 1st field and the 2nd field by the reverse sense towards 1d of smooth fields by dynamic pressure slot 1c by which inclination formation was carried out, respectively, a dynamic pressure oil film will be formed, and surfacing support (non-contact support) of the peripheral face of a shaft will be carried out to bearing surface 1b with the dynamic pressure oil film.

[0016] The above bearing body 1a can carry out compacting of the metal powder which uses copper, iron, or its both as a principal component, and can perform and manufacture sizing -> rotation sizing -> bearing surface fabrication as opposed to sintered-metal material 1' of the shape of a cylindrical shape shown in drawing 2 which calcinated further and was obtained.

[0017] A sizing process is a process which performs sizing of the peripheral face of sintered-metal material 1', and inner skin, and it presses a sizing pin fit in inner skin while it presses the peripheral face of sintered-metal material 1' fit in a cylinder-like die. Sizing cost is performed by 20 micrometers or less (the amount of diameters) about a peripheral face, and is performed by 10 micrometers or less (the amount of diameters) about inner skin.

[0018] A rotation sizing process is a process which performs sizing of inner skin, pressing a polygonal sizing pin fit in the inner skin of sintered-metal material 1', and rotating this. Sizing cost is performed by about (the amount of diameters) 5 micrometers.

[0019] A bearing surface forming cycle is a process which carries out coincidence shaping of the formation field of dynamic pressure slot 1c of bearing surface 1b, and the other field (1d of smooth fields, back 1e) by pressurizing the die of the configuration corresponding to bearing surface 1b of finished-product 1a at the inner skin of sintered-metal material 1' which performed the above sizing processings. This process consists of process (a) - (e) shown in drawing 3 - drawing 5 .

[0020] this -- operation -- a gestalt -- the bearing surface -- a forming cycle -- using it -- shaping -- equipment -- a sintered metal -- a material -- one -- ' -- a peripheral face -- pressing fit -- a cylinder -- \*\* -- a die -- two -- a sintered metal -- a material -- one -- ' -- inner skin -- fabricating -- a core rod -- three --



a sintered metal -- a material -- one -- ' -- both ends -- a field -- the upper and lower sides -- a direction (shaft orientations) -- from -- pressing down -- the upper -- punch -- four -- and -- the bottom -- punch -- five -- being main -- an element -- \*\*\*\*\* -- constituting -- having . 6 is rams (hydraulic ram etc.) which drive a core rod 3 and upper punch 4. The core rod 3 is connected with the ram 6, and performs rise-and-fall actuation united with a ram 6. After it does not connect with a ram 6 but a ram 6 descends to some extent, upper punch 4 is pushed on a ram 6, and performs downward actuation. Bottom punch 5 is immobilization. The rise-and-fall drive of the die 2 is carried out by the driving means which is not illustrated.

[0021] Concave convex two dice 3a corresponding to the configuration of bearing surface 1b of a finished product estranges to shaft orientations, and is formed in the peripheral face of {the process (c) in drawing 3 , (e)}, and a core rod 3 so that it may expand to drawing 5 and may be shown. As shown in drawing 6 , the 1st shaping section three a1 which became convex [ of die 3a ] fabricates the field of dynamic pressure slot 1c in bearing surface 1b, and the 2nd shaping section three a2 which became a concave fabricates fields other than dynamic pressure slot 1c (1d of annular smooth fields, back 1e). Although the level difference (depth) of the 1st shaping section three a1 and the 2nd shaping section three a2 in die 3a is the same about 2-4 micrometers as the depth of dynamic pressure slot 1c in bearing surface 1b, by drawing 6 , it exaggerates considerably and it is illustrated.

[0022] In the initial state shown in drawing 3 (a), a die 2 is in a bottom location and a core rod 3, upper punch 4, and a ram 6 are in an upper location. A die 2 is extrapolated by bottom punch 5 free [ sliding ], and bottom punch 5 stands by in the upper limit inlet-port section of the shaping hole of a die 2, and receives the lower limit side of sintered-metal material 1'. The core rod 3 is inserted in upper punch 4 free [ sliding ].

[0023] From the above-mentioned initial state (a), a ram 6 is dropped and a core rod 3 is inserted in the inner skin of sintered-metal material 1' { drawing 3 (b)}. At this time, the bore clearance T is between the inner skin of sintered-metal material 1', and die 3a (they are criteria about the 1st shaping section three a1) of a core rod 3. The magnitude of the bore clearance T is 50 micrometers (the amount of diameters).

[0024] And a ram 6 is dropped further, it hits against upper punch 4, upper punch 4 is dropped to a core rod 3 and \*\*, it presses against the upper limit side of sintered-metal material 1', and sintered-metal material 1' is pressurized and restrained from the upper and lower sides by upper punch 4 and bottom punch 5 { drawing 3 (c) and drawing 5 (c)}.

[0025] Then, a die 2 is raised holding the restricted condition of the vertical direction of sintered-metal material 1', and the peripheral face of sintered-metal material 1' is pressed fit in the shaping hole of a die 2 { drawing 3 (d), (e), and drawing 5 (e)}. The press fit cost S at this time is 150 micrometers (the amount of diameters).

[0026] As for sintered-metal material 1', in response to the pressure force, a lifting and inner skin are pressurized by die 3a of a core rod 3 in deformation from a die 2 and vertical punch 4 and 5. the amount of pressurization of inner skin -- 100 micrometers (the amount of diameters) of differences of the press fit cost S (the amount of diameters of 150 micrometers), and the bore clearance T (the amount of diameters of 50 micrometers) -- abbreviation -- it is equal, the surface part from inner skin to a depth of 50 micrometers (the amount of radii) is pressurized by die 3a of a core rod 3, plastic flow is started, and die 3a is bit. Thereby, the configuration of die 3a is imprinted by the inner skin of sintered-metal material 1', and bearing surface 1b is fabricated by the configuration shown in drawing 1 .

[0027] after shaping of bearing surface 1b is completed, a die 2 is descended where the restricted condition of the vertical direction of sintered-metal material 1' is held -- making -- { drawing 4 (f)} and the sintered-metal material 1 -- ' -- from a die 2 -- extracting -- a rise of { drawing 4 (g)}, after that, and a ram 6 -- A core rod 3 and upper punch 4 are raised (a rise of upper punch 4 is made by the driving means or return means which is not illustrated), and a core rod 3 is extracted from the inner skin of sintered-metal material 1' { drawing 4 (g) and (h)}. Die 3a of a core rod 3 can be sampled from the inner skin of sintered-metal material 1', without breaking down dynamic pressure slot 1c of bearing surface 1b, since springback will arise in sintered-metal material 1' and the inside diameter will be expanded, if

sintered-metal material 1' is extracted from a die 2. Thereby, bearing body 1a is completed. In addition, although it can release from mold without making die 3a interfere in the inner skin of sintered-metal material 1' when the amount of radii of the amount of springbacks of sintered-metal material 1' is larger than the depth of dynamic pressure slot 1c. Even if the amount of radii of the amount of springbacks of sintered-metal material 1' is smaller than the depth of dynamic pressure slot 1c and it is the case where die 3a interferes in the inner skin of sintered-metal material 1' somewhat. What is necessary is to add the amount of diameter expansion by the ingredient elasticity of sintered-metal material 1' (the amount of radii), and just to be able to release die 3a from mold, without breaking down the configuration of bearing surface 1b.

[0028] Bearing body 1a is manufactured through the above processes, and if a lubricating oil or lubricating grease is infiltrated into this and an oil is made to hold, the dynamic pressure mold oil impregnated sintered bearing 1 shown in drawing 1 will be completed. In addition, the thing in which the dynamic pressure slot of the shape of for example, not only a thing but a V character configuration or a spiral shown in this drawing was formed is sufficient as the configuration of the bearing surface. Moreover, what formed the one bearing surface in the bearing body may be used. These can respond by changing the configuration of the die of a core rod, and the number.

[0029]

[Effect of the Invention] This invention has the following effectiveness.

[0030] (1) Since a sintered-metal material is pressed fit in a die in the condition of having restrained from shaft-orientations both sides by the 1st punch and the 2nd punch, the elongation of the shaft orientations of the material at the time of press fit is controlled, and the shaping location of the bearing surface is decided correctly.

[0031] (2) By considering as the configuration which is made to move a die to shaft orientations and presses a sintered-metal material fit, the device in which the 1st punch and the 2nd punch are interlocked synchronously becomes unnecessary. Therefore, a manufacturing installation becomes simple and there are also no worries about the fall of the shaping precision by gap of the timing of a synchronization etc.

[0032] (3) Since the rotation drive of a fixture like the conventional approach is not needed, a manufacturing installation can be made simple.

[0033] (4) Since coincidence shaping of all the fields of the bearing surface is carried out, compared with the conventional approach, post processing of the bearing surface can be made unnecessary and a processing man day can be reduced. Moreover, the shaping precision of the bearing surface is also high.

---

[Translation done.]



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-190344

(43)公開日 平成11年(1999) 7 月13日

(51)Int.Cl.<sup>8</sup>  
F 1 6 C 33/14

識別記号

F I  
F 1 6 C 33/14

A  
Z

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平9-360562

(22)出願日 平成9年(1997)12月26日

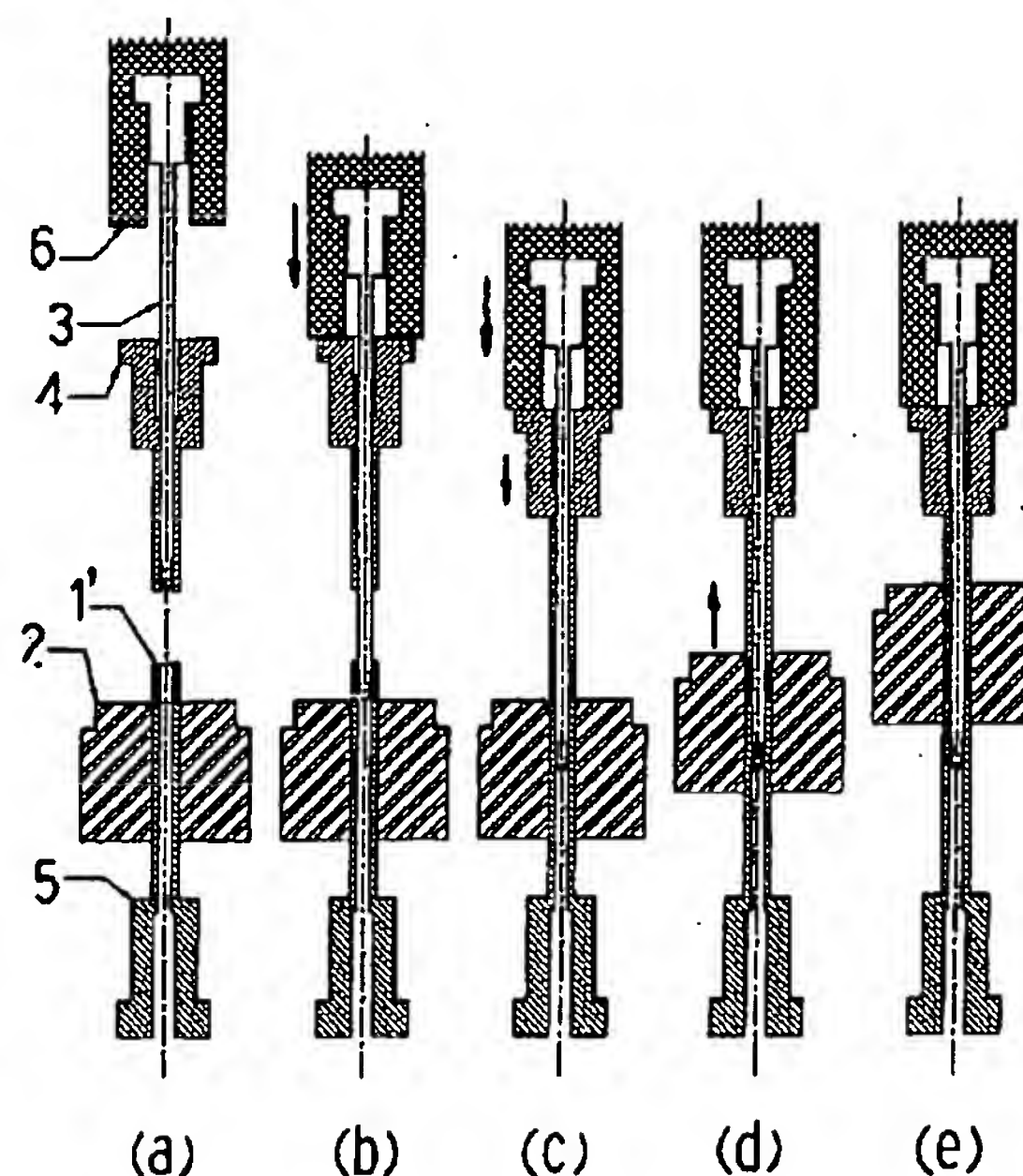
(71)出願人 000102692  
エヌティエヌ株式会社  
大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号  
(72)発明者 白波 誠  
愛知県稲沢市朝府町17番1-518号  
(72)発明者 岡村 一男  
三重県桑名郡長島町大字松ヶ島86  
(74)代理人 弁理士 江原 省吾 (外3名)

(54)【発明の名称】 動圧型焼結含油軸受の製造方法

(57)【要約】

【課題】 軸受面の成形加工を簡易な設備で、少ない工数で、かつ、精度良く行うことができる製造方法を提供する。

【解決手段】 ラム6を下降させて、コアロッド3を焼結金属素材1'の内周面に挿入し、さらに上パンチ4をコアロッド3と共に下降させて、焼結金属素材1'の上端面に押し当て、焼結金属素材1'を上パンチ4と下パンチ5によって上下方向から加圧して拘束する。その後、焼結金属素材1'の上下方向の拘束状態を保持しながらダイ2を上昇させて、焼結金属素材1'の外周面をダイ2の成形孔に圧入する。焼結金属素材1'はダイ2と上下パンチ4、5から圧迫力を受けて変形を起こし、内周面がコアロッド3の成型型に加圧される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 円筒状の焼結金属素材の内周面に傾斜状の動圧溝を有する軸受面を成形して軸受本体を形成し、その軸受本体の内部の細孔内に潤滑油又は潤滑グリースの含浸によって油を保有させる動圧型焼結含油軸受の製造方法であって、

上記軸受面の動圧溝の形成領域を成形するための第1成形部と動圧溝の形成領域以外の領域を成形するための第2成形部を有する成型型を上記焼結金属素材の内周面に挿入し、上記焼結金属素材を第1パンチと第2パンチとで軸方向両側から拘束した状態で、上記焼結金属素材の外周面をダイに圧入して圧迫力を加え、その内周面を上記成型型に加圧して塑性変形させることにより、上記軸受面の動圧溝の形成領域とそれ以外の領域とを同時成形することを特徴とする動圧型焼結含油軸受の製造方法。

【請求項2】 上記焼結金属素材のダイへの圧入を、ダイの焼結金属素材に対する軸方向移動により行う請求項1記載の動圧型焼結含油軸受の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、焼結金属製の軸受本体に潤滑油又は潤滑グリースを含浸させて自己潤滑機能を持たせると共に、軸受隙間に介在する油の動圧油膜によって軸の外周面を浮上支持する動圧型焼結含油軸受の製造方法に関する。本発明の製造方法によって製造された動圧型焼結含油軸受は、特にレーザビームプリンタ（LBP）のポリゴンミラー用や磁気ディスクドライブ（HDD等）用のスピンドルモータなど、高速下で高回転精度が要求される機器や、DVD-ROM用のスピンドルモータのように、ディスクが載ることによって大きなアンバランス荷重が作用し高速で駆動する機器などに好適である。

## 【0002】

【従来の技術】上記のような情報機器関連の小型スピンドルモータでは、回転性能のより一層の向上と低コスト化が求められており、そのための手段として、スピンドルの軸受部を転がり軸受から焼結含油軸受に置き換えることが検討されている。しかし、焼結含油軸受は、真円軸受の一種であるため、軸の偏心が小さいところでは、不安定振動が発生しやすく、回転速度の1/2の速度で振れ回るいわゆるホワールが発生しやすい欠点がある。そこで、軸受面にヘリングボーン形やスパイラル形などの動圧溝を設け、軸の回転に伴う動圧溝の作用によって軸受隙間に動圧油膜を発生させて軸を浮上支持（非接触支持）することが従来より試みられている（動圧型焼結含油軸受）。

【0003】従来、軸受面における動圧溝の成形方法として、軸受素材よりも硬質の複数個のボールを円周等間隔に配列保持した軸状の治具を軸受素材の内周面に挿入し、治具の回転と送りによってボールに螺旋運動を与え

ながら、ボールを素材内周面に加圧して動圧溝の形成領域を塑性加工する方法が知られている（特許第2541208号）。この方法では、成形時に動圧溝に隣接する領域で素材隆起が起こるので、これを旋盤やリーマで除去加工する必要がある（特開平8-232958号）。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記従来方法では、治具の回転駆動機構と送り機構が必要であるため、製造設備が複雑になる。また、軸受面における動圧溝に隣接する領域の後加工が必要であるため、製造工数が多くなる。

【0005】本発明は、傾斜状の動圧溝を有する軸受面の成形加工を簡易な設備で、少ない工数で、かつ、精度良く行うことができる製造方法を提供することを主目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明は、軸受面の動圧溝の形成領域を成形するための第1成形部と動圧溝の形成領域以外の領域を成形するための第2成形部を有する成型型を円筒状の焼結金属素材の内周面に挿入し、焼結金属素材を第1パンチと第2パンチとで軸方向両側から拘束した状態で、焼結金属素材の外周面をダイに圧入して圧迫力を加え、その内周面を成型型に加圧して塑性変形させることにより、軸受面の動圧溝の形成領域とそれ以外の領域とを同時成形する構成を採用した。

【0007】焼結金属素材は、一種以上種類の金属粉を混合して圧粉成形した後、焼成して所定の円筒形状の多孔質体としたものである。この焼結金属素材は銅又は鉄、あるいは、その両者を主成分としたものが望ましい。

【0008】焼結金属素材を第1パンチと第2パンチとで軸方向両側から拘束した状態でダイに圧入する構成としたのは次の理由による。一般の真円軸受（軸受面に動圧溝を有しない焼結含油軸受）の製造において、焼結金属素材の外周面をダイに圧入してサイジングする外径サイジングと呼ばれる工程があり、この工程では、通常、焼結金属素材の内周面にサイジングピンを挿入した状態で、素材を上パンチで加圧して押し下げてダイに圧入している。その際、下パンチをダイの成形孔の下方部で待機させ、素材を成形孔内である程度降下させて下パンチに当接させるか、あるいは、下パンチをダイの成形孔の入口部で待機させ、素材を受けた状態で上パンチに連動させて降下させて、素材を成形孔に圧入する方法が採られている。前者の方法では、圧入初期時、下パンチは素材に当接しておらず、素材は軸方向（上下方向）には上パンチによってのみ拘束（加圧）される。後者の方法では、下パンチは圧入初期から素材に当接するが、通常、下パンチはエアシリンダによって昇降駆動されている場合が多く、シリンダロッドが素材の塑性流動圧を受けて押し戻される現象があるため、下パンチによる素材の

拘束は充分にはなされない。いずれにしても、ダイへの圧入時、素材を主に上パンチによって軸方向の片側（上側）で拘束するものである。

【0009】しかしながら、素材の内周面を成型型に加圧して動圧溝を有する軸受面を成形する場合は、上記のような真円軸受の外径サイジングに比べてダイへの圧入代を大きくする必要があり、そのため、素材に対する軸方向拘束力が不充分であると、素材の塑性流動によって軸方向の伸びが生じ、軸受面の位置がずれる場合がある。例えば、図7に示すように、下パンチ15を上パンチ14と連動させて、素材11をダイ12の成形孔に圧入する方法を採用した場合、素材11の塑性流動圧を受けた下パンチ15（エア－シリンダ駆動）の戻り変位によって素材11の下端面側に伸びが生じ（図7（b））、コアロッド13の成型型13aによって成形される軸受面の位置が伸びの分だけ内側にずれてしまう。

【0010】そこで、本発明では、ダイへの圧入に伴う素材の軸方向の伸びを抑制し、軸受面の位置ずれを防止するため、素材を第1パンチと第2パンチとで軸方向両側から拘束した状態でダイに圧入する構成を採用した。

【0011】素材のダイへの圧入動作は、ダイを固定とし、成型型と、第1パンチ及び第2パンチとを連動させて行うこともできるが（第1パンチ及び第2パンチは素材を軸方向に拘束し得るものでなければならない）、成型型と第1パンチ及び第2パンチとによる素材の拘束位置を保持し、ダイを素材に対して軸方向移動させることにより行うのが望ましい。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について説明する。

【0013】図1は、この実施形態の製造方法により製造された動圧型焼結含油軸受の一形態を例示している。この焼結含油軸受1は、例えばレーザビームプリンタのスキナモータ等において、ロータとステータとの間の例磁力によって高速回転するスピンドル軸をハウジングに対して回転自在に浮上支持（非接触支持）するものである。

【0014】焼結含油軸受1は、例えば銅又は鉄、あるいは、その両者を主成分とする焼結金属からなる軸受本体1aと、潤滑油又は潤滑グリースの含浸によって軸受本体1aの細孔内に保有された油（潤滑油又は潤滑グリースの基油）とで構成される。

【0015】軸受本体1aの内周には、支持すべき軸の外周面と軸受隙間を介して対向する軸受面1bが形成され、その軸受面1bに傾斜状の動圧溝1cが形成されている。この実施形態では、2つの軸受面1bが軸方向に離間して形成されている。また、各軸受面1bは、軸方向に対して一方に傾斜した複数の動圧溝1cを円周方向に配列形成した第1領域と、第1領域から軸方向に離隔

し、軸方向に対して他方に傾斜した複数の動圧溝1cを円周方向に配列形成した第2領域と、第1領域と第2領域との間に位置する環状の平滑領域1dとを備えている。第1領域および第2領域の背（動圧溝1c間の領域）1eは、それぞれ平滑領域1dに連続している。軸受面1bには、動圧溝1cの形成領域を含む全領域にわたって表面開孔がほぼ均一に分布している。軸受本体1aと軸との間に相対回転が生じると、第1領域と第2領域にそれぞれ逆向きに傾斜形成された動圧溝1cによって、軸受隙間内の油が平滑領域1dに向けて引き込まれて動圧油膜を形成し、その動圧油膜によって軸の外周面が軸受面1bに対して浮上支持（非接触支持）される。

【0016】上記のような軸受本体1aは、銅又は鉄、あるいはその両者を主成分とする金属粉を圧粉成形し、さらに焼成して得られた図2に示す円筒形状の焼結金属素材1'に対して、例えばサイジング→回転サイジング→軸受面成形加工を施して製造することができる。

【0017】サイジング工程は、焼結金属素材1'の外周面と内周面のサイジングを行う工程で、焼結金属素材1'の外周面を円筒状のダイに圧入すると共に、内周面にサイジングピンを圧入する。サイジング代は、例えば、外周面について20μm以下（直径量）、内周面について10μm以下（直径量）で行われる。

【0018】回転サイジング工程は、多角形のサイジングピンを焼結金属素材1'の内周面に圧入し、これを回転させながら内周面のサイジングを行う工程である。サイジング代は、例えば5μm程度（直径量）で行われる。

【0019】軸受面成形工程は、上記のようなサイジング加工を施した焼結金属素材1'の内周面に、完成品1aの軸受面1bに対応した形状の成型型を加圧することによって、軸受面1bの動圧溝1cの形成領域とそれ以外の領域（平滑領域1d、背1e）とを同時成形する工程である。この工程は、図3～図5に示す工程（a）～（e）からなる。

【0020】この実施形態の軸受面成形工程で使用する成型装置は、焼結金属素材1'の外周面を圧入する円筒状のダイ2、焼結金属素材1'の内周面を成形するコアロッド3、焼結金属素材1'の両端面を上下方向（軸方向）から押さえる上パンチ4及び下パンチ5を主要な要素として構成される。6は、コアロッド3及び上パンチ4を駆動するラム（油圧ラム等）である。コアロッド3はラム6に連結されており、ラム6と一体となって昇降動作を行う。上パンチ4はラム6に連結されておらず、ラム6がある程度下降した後、ラム6に押されて下降動作を行う。下パンチ5は固定である。ダイ2は、図示されていない駆動手段によって昇降駆動される。

【0021】図5に拡大して示すように（図3における工程（c）、（e））、コアロッド3の外周面には、完成品の軸受面1bの形状に対応した凹凸状の2つの成形



型3aが軸方向に離間して形成されている。図6に示すように、成型型3aの凸状になった第1成形部3a1は軸受面1bにおける動圧溝1cの領域を成形し、凹状になった第2成形部3a2は動圧溝1c以外の領域（環状の平滑領域1d、背1e）を成形するものである。成型型3aにおける第1成形部3a1と第2成形部3a2との段差（深さ）は、軸受面1bにおける動圧溝1cの深さと同じ2〜4 $\mu\text{m}$ 程度であるが、図6ではかなり誇張して図示されている。

【0022】図3（a）に示す初期状態において、ダイ2は下位置にあり、コアロッド3、上パンチ4、及びラム6は上位置にある。ダイ2は下パンチ5に摺動自在に外挿され、下パンチ5はダイ2の成形孔の上端入口部で待機して焼結金属素材1'の下端面を受ける。コアロッド3は、上パンチ4に摺動自在に挿入されている。

【0023】上記の初期状態（a）から、ラム6を下降させて、コアロッド3を焼結金属素材1'の内周面に挿入する（図3（b））。この時、焼結金属素材1'の内周面とコアロッド3の成型型3a（第1成形部3a1を基準）との間には内径すきまTがある。内径すきまTの大きさは、例えば50 $\mu\text{m}$ （直径量）である。

【0024】そして、ラム6をさらに下降させて、上パンチ4に当て、上パンチ4をコアロッド3と共に下降させて、焼結金属素材1'の上端面に押し当て、焼結金属素材1'を上パンチ4と下パンチ5によって上下方向から加圧して拘束する（図3（c）、図5（c））。

【0025】その後、焼結金属素材1'の上下方向の拘束状態を保持しながらダイ2を上昇させて、焼結金属素材1'の外周面をダイ2の成形孔に圧入する（図3（d）、（e）、図5（e））。この時の圧入代Sは、例えば150 $\mu\text{m}$ （直径量）である。

【0026】焼結金属素材1'はダイ2と上下パンチ4、5から圧迫力を受けて変形を起こし、内周面がコアロッド3の成型型3aに加圧される。内周面の加圧量は、圧入代S（直径量150 $\mu\text{m}$ ）と内径すきまT（直径量50 $\mu\text{m}$ ）との差100 $\mu\text{m}$ （直径量）に略等しく、内周面から深さ50 $\mu\text{m}$ （半径量）までの表層部分がコアロッド3の成型型3aに加圧され、塑性流動を起こして成型型3aに食い付く。これにより、成型型3aの形状が焼結金属素材1'の内周面に転写され、軸受面1bが図1に示す形状に成形される。

【0027】軸受面1bの成形が完了した後、焼結金属素材1'の上下方向の拘束状態を保持した状態でダイ2を下降させて（図4（f））、焼結金属素材1'をダイ2から抜き（図4（g））、その後、ラム6の上昇により、コアロッド3および上パンチ4を上昇させて（上パンチ4の上昇は図示されていない駆動手段又は復帰手段によってなされる）、コアロッド3を焼結金属素材1'の内周面から抜く（図4（g）、（h））。焼結金属素材1'をダイ2から抜くと、焼結金属素材1'にスプリ

ングバックが生じ、その内径寸法が拡大するので、軸受面1bの動圧溝1cを崩すことなく、焼結金属素材1'の内周面からコアロッド3の成型型3aを抜き取ることができる。これにより、軸受本体1aが完成する。尚、焼結金属素材1'のスプリングバック量の半径量が動圧溝1cの深さよりも大きい場合は、成型型3aを焼結金属素材1'の内周面に干渉させることなく離型することができるが、焼結金属素材1'のスプリングバック量の半径量が動圧溝1cの深さよりも小さく、成型型3aが焼結金属素材1'の内周面に多少干渉する場合であっても、焼結金属素材1'の材料弾性による拡張量（半径量）を付加して、軸受面1bの形状を崩すことなく成型型3aを離型できれば良い。

【0028】以上のような工程を経て軸受本体1aを製造し、これに潤滑油又は潤滑グリースを含浸させて油を保有させると、図1に示す動圧型焼結含油軸受1が完成する。尚、軸受面の形状は同図に示すものに限らず、例えばV字形状やスパイラル状の動圧溝を形成したもので良い。また、軸受本体に1つの軸受面を形成したもので良い。これらは、コアロッドの成型型の形状、個数を変えることによって対応することができる。

【0029】

【発明の効果】本発明は以下の効果を有する。

【0030】（1）焼結金属素材を第1パンチと第2パンチとで軸方向両側から拘束した状態でダイに圧入するので、圧入時における素材の軸方向の伸びが抑制され、軸受面の成形位置が正確に決まる。

【0031】（2）ダイを軸方向に移動させて焼結金属素材の圧入を行う構成とすることにより、第1パンチと第2パンチとを同期して連動させる機構が不要となる。そのため、製造装置が簡略になり、また、同期のタイミングのずれ等による成形精度の低下の心配もない。

【0032】（3）従来方法のような治具の回転駆動機構を必要としないので、製造装置を簡素にすることができる。

【0033】（4）軸受面の全領域を同時成形するので、従来方法に比べ、軸受面の後加工を不要にして、加工工数を削減することができる。また、軸受面の成形精度も高い。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にかかる動圧型焼結含油軸受の一形態を示す断面図である。

【図2】軸受本体の素材となる焼結金属素材を示す断面図である。

【図3】軸受面の成形工程を概念的に示す断面図である。

【図4】軸受面の成形工程を概念的に示す断面図である。

【図5】図3における工程（c）、工程（e）を示す要部拡大断面図である。

【図6】軸受面を成形するコアロッドの成形型を示す図である。

【図7】軸受面の成形工程の比較例を示す図である。

【符号の説明】

1 動圧型焼結含油軸受

1a 軸受本来

1b 軸受面

1c 動圧溝

1' 焼結金属素材

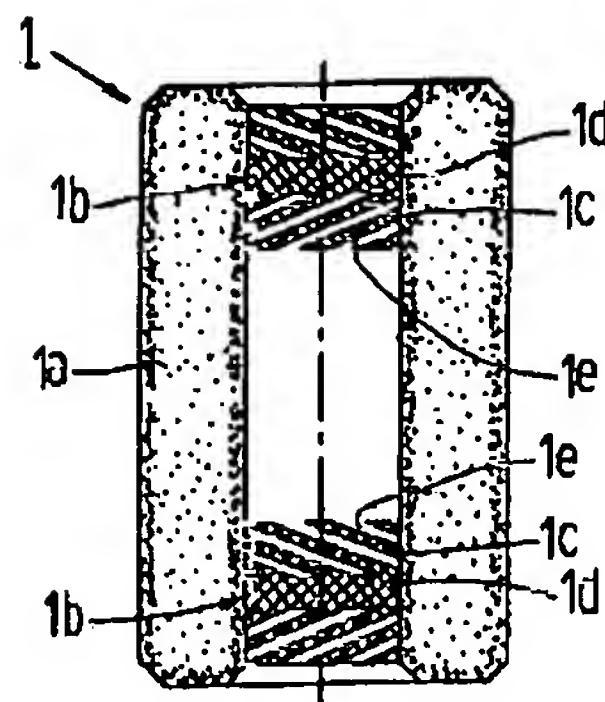
2 ダイ

3a 成形型

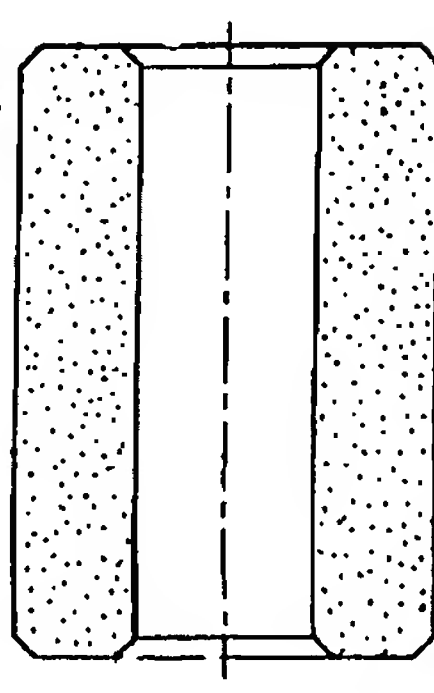
4 上パンチ

5 下パンチ

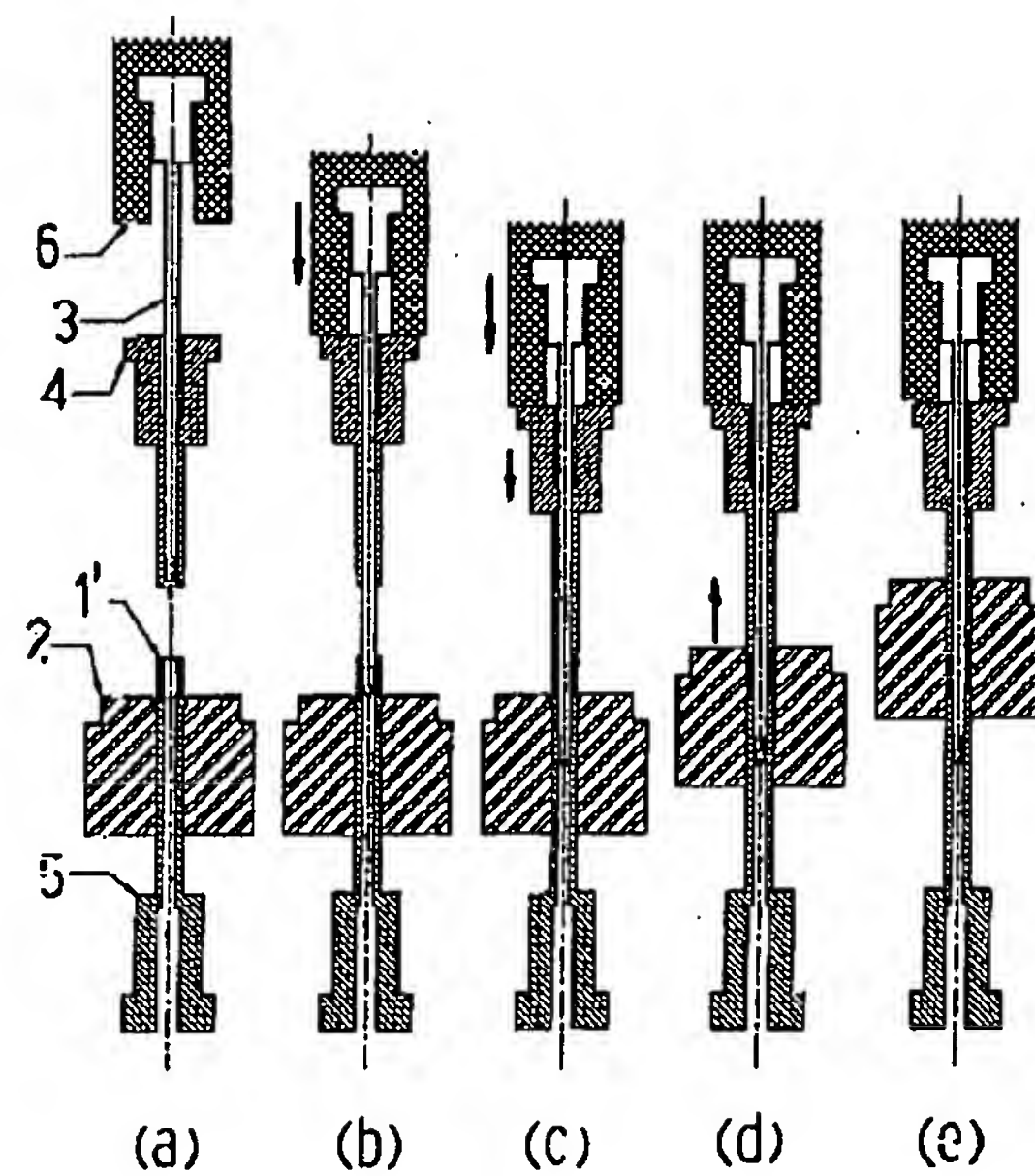
【図1】



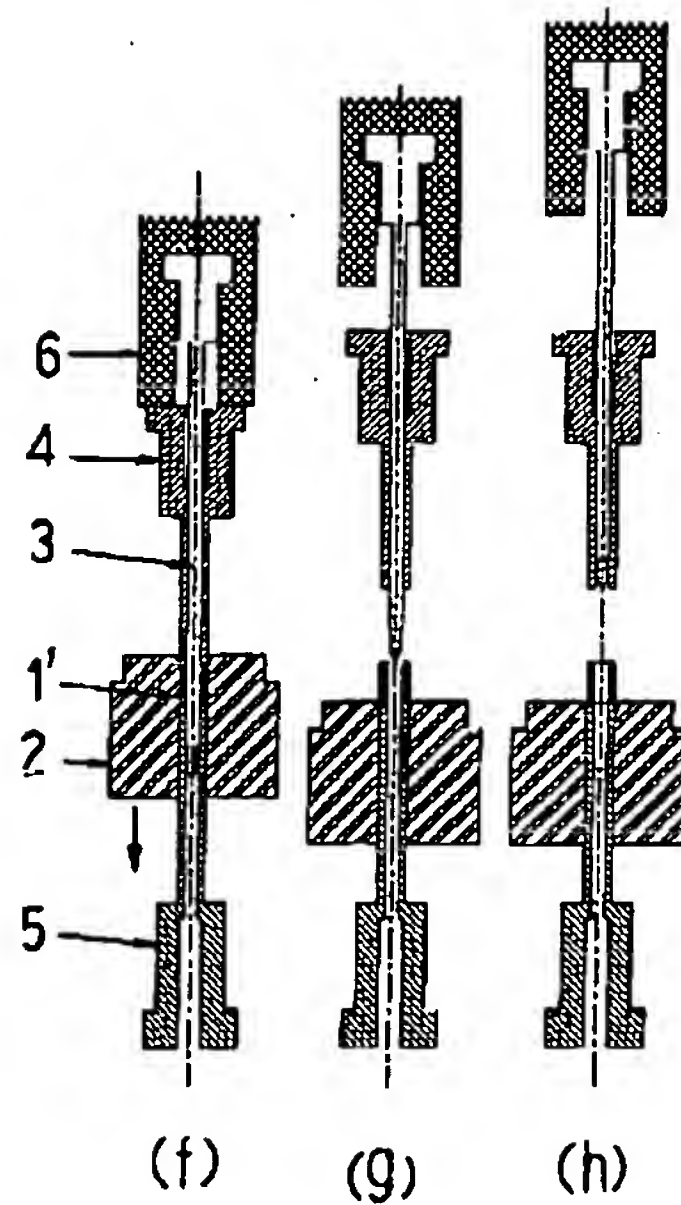
【図2】



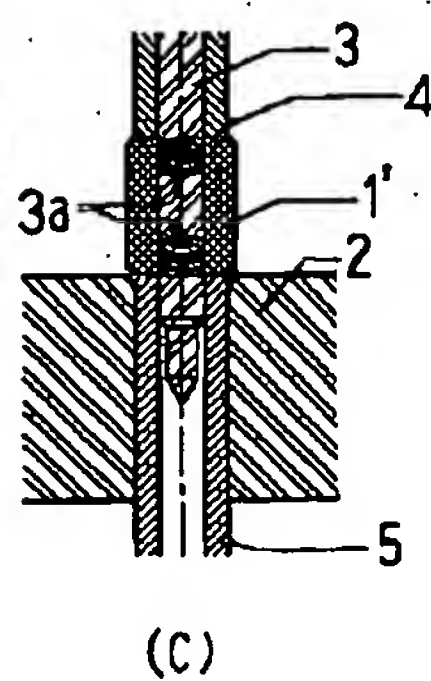
【図3】



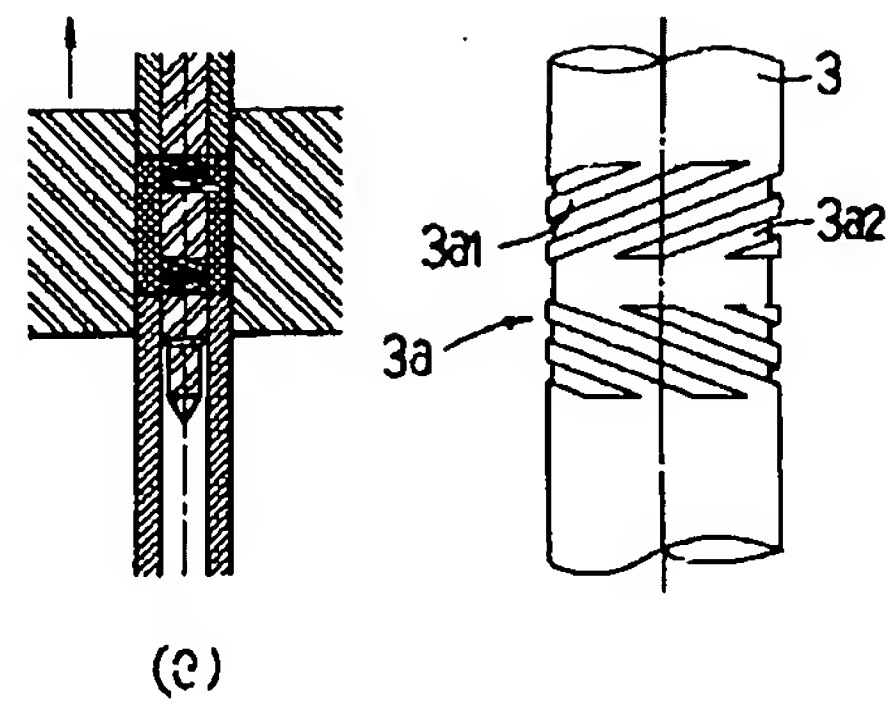
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

